

## **ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДИСПЛЕЙНОЙ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ**

*А. В. Муравьев*

*Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», Киев, Украина*

Нанотехнологии являются междисциплинарной областью фундаментальной и прикладной науки и техники, которая имеет дело с совокупностью теоретического обоснования практических методов исследования, анализа и синтеза, а также методов производства и применения продуктов с заданной атомарной структурой путем контролируемого манипулирования отдельными атомами и молекулами. Практический аспект нанотехнологии содержит производство устройств или их компонентов, необходимых для создания, обработки и манипуляции атомами, молекулами и наночастицами, а также применение таких устройств на практике. Меньшие размеры микросхем и небольшая потребляемая мощность обуславливают более быструю обработку информации, а также большую вычислительную мощность.

В последние десятилетия значительные достижения в области физического материаловедения и физики твердого тела были связаны с созданием и использованием наносистем. По прогнозам, ряд многообещающих отраслей для применения наноматериалов включает в себя аэрокосмическую сферу, химическую и пищевую промышленность, транспортировку товаров, приборостроение. Нанотехнологии в первую очередь находят применение в системах записи информации, трансплантологии, при создании защитных покрытий высокой прочности и низкой степени окисления. К сожалению, современный уровень понимания основных физических явлений таких систем остается недостаточным для однозначных ответов и прикладного применения.

Одним из самых известных направлений применения наноматериалов в последние годы является использование серебряных нанопроводов для изготовления электропроводящего слоя сенсорных дисплеев, что позволяет значительно увеличить гибкость и прозрачность таких элементов, тем самым, увеличивая контрастность и сделав возможным создание закругленных дисплеев или даже таких, которые могут сворачиваться в рулон [1]. Такой проводник представляет собой нанопроволоку с практически бездефектной кристаллической решеткой, что обуславливает значительное увеличение прочности и практически полное отсутствие пластической деформации структуры. Эта технология стала основой так называемой «гибкой» электроники. В качестве альтернативной основы для получения монокристаллических нанопроводов используются частицы алюминия. Технология, у истоков которой стоят ученые из института Макса Планка, в недалекой перспективе позволит минимизировать размеры микрочипов и существенно повысить качество микроэлектроники за счет применения кремниевых нанопроводов диаметром около 40 нанометров.

Не менее значительным стало внедрение в промышленность OLED (дисплеи на органических и электролюминесцентных диодах), которая конструктивно напоминает квантовые дисплеи, состоящие из тонких органических пленок, расположенных между тонкопленочными проводниками [2]. Разработка основана на способности некоторых органических материалов излучать свет под действием электрического тока и получила широкое применение благодаря высокой технологичности производства, а, следовательно, более низкой стоимости по сравнению с технологией LCD.

В связи с прогрессом лазерных и светодиодных технологий [3] в последнее десятилетие получили качественный скачок в развитии HUD (Head-Up display) дисплеи - системы, позволяющие выводить информацию на прозрачные поверхности, которые находятся в фокусе поля зрения человека перед окружающими объектами, в виде дополнительного виртуального изображения. Впервые примененные в сфере военной авиации такие устройства с каждым днем получают все более широкое распространение в повседневной жизни благодаря основному их преимуществу - минимизации отвлекающих факторов. Классификация таких дисплеев происходит по типу используемого источника излучения, в качестве которого могут выступать ЭЛТ (электронно-лучевые трубки - технология, получившая начало в 1940 годах), современные светодиоды и лазеры [4]. Последние используются в устройствах, которые относят к категории проекционных или голографических систем, и позволяют реализовать визуальный вывод информации непосредственно на сетчатку глаза с целью дополнения сведений об окружающей обстановке.

Расширение номенклатуры искусственных углеродных наноматериалов и их аллотропных модификаций позволило качественно улучшить «твердотельную» микроэлектронику внедрением элементов, которые имеют высокую электропроводность и малую массу, таких как транзисторы, логические вентили и нанопровода. Применение углеродных нанотрубок в дисплеях с электронной эмиссией выведет их на принципиально новый уровень эволюции.

На данный момент наиболее важным является развитие технологий самоорганизующихся систем или искусственно организованных процессов, происходящих на атомно-молекулярном уровне, которые откроют доступ к синтезу новых наноструктур и получению объектов нанотехнологий в промышленных, а не единичных масштабах. Однако отсутствие необходимой измерительной техники значительно замедляет темпы внедрения в производство таких инноваций.

Дальнейшему развитию нанотехнологий способствует динамический анализ сфер и перспектив их применения, а также обеспечение современной метрологической, измерительной и инструментальной базами. Соблюдение этих условий создаст гарантии существования устойчивого рынка нанотехнологий.

Между тем оказывается, что уже более десятка лет человечество широко использует вполне реальные достижения нанотехнологий, присутствующие в сфере производства полупроводниковых приборов и микроэлектроники. Дальнейшая концентрация научных исследований в направлениях развития перспективных наноматериалов, таких как углеродные нанотрубки и серебряная нанопроволока, вскоре позволит вывести технологию производства дисплеев на уровень наноэлектроники и получить новые принципы формирования изображения.

1. Афонский А. А. *Электронные измерения в нанотехнологиях и в микроэлектронике* / А. А. Афонский, В. П. Дьяконов. – М.: ДМК Пресс. – 2011. – С. 58-61.
2. Capelli R. et al. *Organic light-emitting transistors with an efficiency that outperforms the equivalent light-emitting diodes* // *Nature Materials*. – 2010. – № 9. – С. 496-503.
3. Морозов М. А. *Современная лазерная дальнометрия* / М. А. Морозов, А. В. Муравьев // *Новые направления развития приборостроения: материалы 9-й международной научно-технической конференции молодых ученых и студентов, 20-22 апреля*. – Минск, Беларусь. – 2016. – 38 с.
4. Tyagur V. M. *Passive optical athermalization of an IR three-lens achromat* / V. M. Tyagur, O. K. Kucherenko and A. V. Murav'ev // *Journal of Optical Technology*. – vol. 81 (4). – 2014. – pp. 199-203.